

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Simo Pitkänen

MYYMÄLÄRAKENNUKSEN KÄYTTÖVALAISTUS SEKÄ TURVA-  
JA POISTUMISVALAISTUS

Opinnäytetyö

Tammikuu 2016



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Tammikuu 2016**  
**Sähkötekniikan koulutusohjelma**

Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU  
p. 013 260 6800

Tekijä(t)

Simo Pitkänen

Nimeke

Myymläarakennuksen käyttövalaistus sekä turva- ja poistumisvalaistus

Toimeksiantaja

Jormakka Oy

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia valaistussuunnitelma toimeksiantajalle. Toimeksiantajana toimi suunnittelutoimisto Jormakka Oy. Suunnittelukohde oli myymälärakennus, johon kuului myymälä-, korjaamo-, katsastus- ja ravintolatiloja. Valaistussuunnitelma käsitti käyttövalaistuksen sekä turva- ja poistumisvalaistuksen.

Valaistussuunnitelman lähtökohtana olivat valaistusstandardit käyttövalaistukselle sekä turva- ja poistumisvalaistukselle. Tässä työssä onkin esitelty kattavasti myymälärakennuksen erilaisiin tiloihin liittyviä valaistusstandardeja.

Suunnittelun apuna käytettiin CADS Planner -suunnitteluohjelmaa sekä DIALux evo -valaistuslaskentaohjelmaa. Opinnäytetyössä esitellään, kuinka näitä ohjelmia käytetään valaistussuunnittelun apuna. Lopputuloksena syntyi valaistussuunnitelma, jossa huomioitiin valaistusstandardit sekä tilaajan ja arkkitehdin vaatimukset valaistukselle.

Kieli

suomi

Sivuja 35

Asiasanat

käyttövalaistus, myymälä, sähkösuunnitelma, turvalaistus, valaistus, valaistussuunnitelma



**THESIS**  
**January 2016**  
**Degree Programme in Electrical Engineering**  
Karjalankatu 3  
FI 80200 JOENSUU  
FINLAND  
Tel. +358 13 260 6800

Author (s)

Simo Pitkänen

Title

Lighting and Emergency Escape Lighting Plan for a Store Building

Commissioned by

Jormakka Oy

Abstract

The aim of this thesis was to create a lighting plan for an employer. The employer was planning office Jormakka Oy. The target for the planning was a store building, which included a room for the shop, a garage, a vehicle inspection facility and a restaurant. The lighting plan consisted of a regular lighting plan and an emergency escape lighting plan.

The baseline for the lighting plan was the lighting standards for regular lighting as well as emergency escape lighting plan. This thesis covers a wide span of lighting standards concerning different areas in a store building.

CADS Planner Electric -planning software and DIALux evo -light planning software were used in aiding the planning. In this thesis the programs are introduced and shown how they can be used for lighting planning. As a result, a lighting plan was created, which takes the lighting standards and the employer's and the architect's requirements into account.

Language

Finnish

Pages 35

Keywords

lighting, safety and emergency lighting, store building, electric planning, lighting plan

# Sisältö

Tiivistelmä

Abstract

1	Johdanto .....	5
2	Työn lähtökohdat .....	5
3	Valaistussuureet ja suunnitteluohjelmat.....	7
3.1	Valaistussuureet .....	7
3.2	CADS Planner Electric.....	8
3.3	DIALux evo .....	9
4	Käyttövalaistus.....	13
4.1	Myymälä .....	13
4.2	Korjaamo .....	17
4.3	Katsastustilat .....	20
4.4	Ulkoalueen valaistus.....	22
5	Turva- ja poistumisvalaistus.....	24
5.1	Kaapelointi .....	26
5.2	Valaisimet ja turvallisuuskilvet .....	27
5.3	Turvavalokeskusjärjestelmä.....	32
6	Yhteenveto ja pohdinta .....	33
	Lähteet.....	35

## 1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella käyttövalaistus sekä turva- ja poistumisvalaistus insinööritoimisto Jormakka Oy:lle tehtyyn tilaukseen. Suunnitelman lähtökohtana olivat valaistusstandardit, jotka antavat suosituksia hyvästä valaistuskäytännöstä. Opinnäytetyöprosessin aikana tutustuin näihin valaistusstandardeihin.

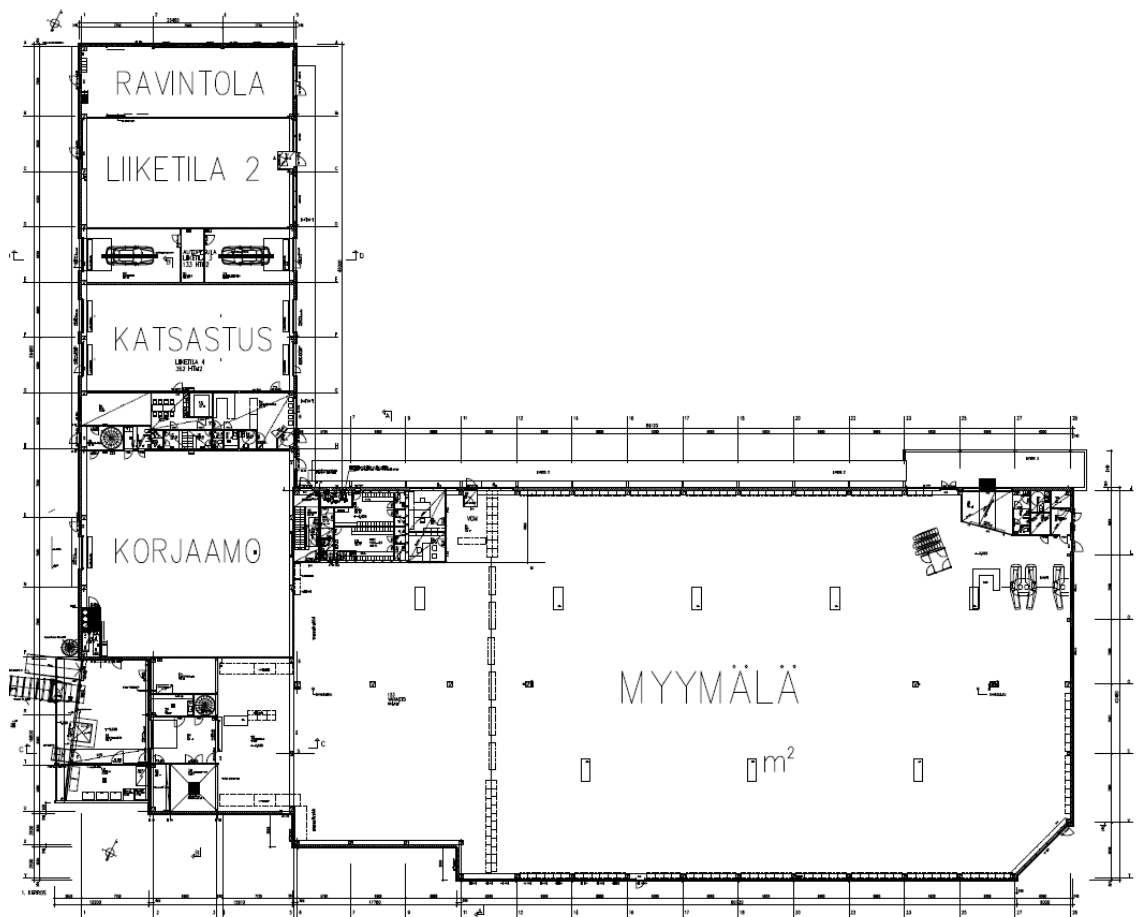
Jormakka Oy on joensuulainen talotekniikan suunnittelutoimisto. Yritys on perustettu vuonna 1964, ja se on yksi alueen johtavista insinööritoimistoista. Yrityksen verkkosivuilla kerrotaan, että toteutettuja projekteja on kertynyt jo yli 20000. Jormakka Oy:llä on toimistot Joensuussa ja Kuopiossa, ja sen palveluksessa on 30 talotekniikan asiantuntijaa. Yrityksen periaatteina ovat asiakaslähtöinen ja kokonaisvaltainen suunnittelu ja luottamuksellinen yhteistyö. Talotekniikan suunnittelutoimistona Jormakka Oy tekee sähkö- ja automaatio suunnittelun lisäksi LVI-suunnittelua sekä tarjoaa muita talotekniikkaan ja rakentamiseen liittyviä palveluita. [1]

Opinnäytetyön alussa esittelen työn lähtökohdat sekä määrittelen työn kannalta keskeisiä käsitteitä ja esittelen apuna käytettyjen tietokoneohjelmien perusperiaatteet. Valaistussuunnittelua käyttövalaistuksen osalta käsitellään luvussa 4 ja turva- ja poistumisvalaistuksen osalta luvussa 5. Lopuksi on vielä yhteenvetoa ja pohdintaa opinnäytetyön tekoprosessista.

## 2 Työn lähtökohdat

Tilaaajana toiminut yritys antoi luvan tehdä aiheesta opinnäytetyön sillä ehdolla, että tilaajan nimeä, kohteen sijaintia tai muuta tunnistetietoa ei opinnäytetyössä mainittaisi. Näin ollen piirustuksista ja dokumenteista on poistettu tunnistetiedot ja tilaajayritykseen viitataan vain nimellä ”tilaaja”.

Tilaaaja halusi Jormakka Oy:ltä sähkösuunnitelmat myymälärakennukseen, jonka kerrosalaksi oli määritelty 5850 m<sup>2</sup>. Myymälätilojen lisäksi rakennukseen tuli korjaamo- ja ravintolatiloja sekä erilaisia huolto- ja sosiaalitylöitä. Myymälähallin pinta-alaksi oli määritelty 2560 m<sup>2</sup>. Kuvassa 1 on rakennuksen pohjakuva, jossa esitetty myymälä-, korjaamo- ja katsastustilojen sijainti. Rakennuksen vasemmassa ylänurkassa on ravintolatilat ja liiketila, jonka käyttötarkoitus suunnitteluvaiheessa oli vielä avoinna.



Kuva 1. Rakennuksen pohjakuva [2]

Tässä opinnäytetyössä raportoin valaistussuunnittelun osuutta sähkösuunnittelusta. Valaistussuunnittelun lähtökohtina olivat tilaajan ja arkkitehdin esittämät vaatimukset sekä erilaisia tiloja koskevat valaistusstandardit, jotka ovat suosituksia hyvästä valaistuskäytännöstä erilaisissa tiloissa ja erilaisiin käyttötarkoituksiin. Lähtökohtana oli tietenkin myös arkkitehdin laatima rakennuksen pohjakuva.

Työ eteni siten, että laadin erilaisia mallinnuksia ja laskelmia tietokoneohjelmistojen avulla ja tein niiden pohjalta valaistussuunnitelman, joka oli osa tilaajalle luovutettavaa sähkösuunnitelmaa.

### 3 Valaistussuureet ja suunnitteluohjelmat

Tässä luvussa esitellään muutamia valaistussuureita ja käsitteitä valaistuslaskentaan liittyen. Lisäksi esitellään kaksi sähkö- ja valaistussuunnittelussa käytettävää tietokoneohjelmaa: CADS Plannerin Electric ja DIALux evo.

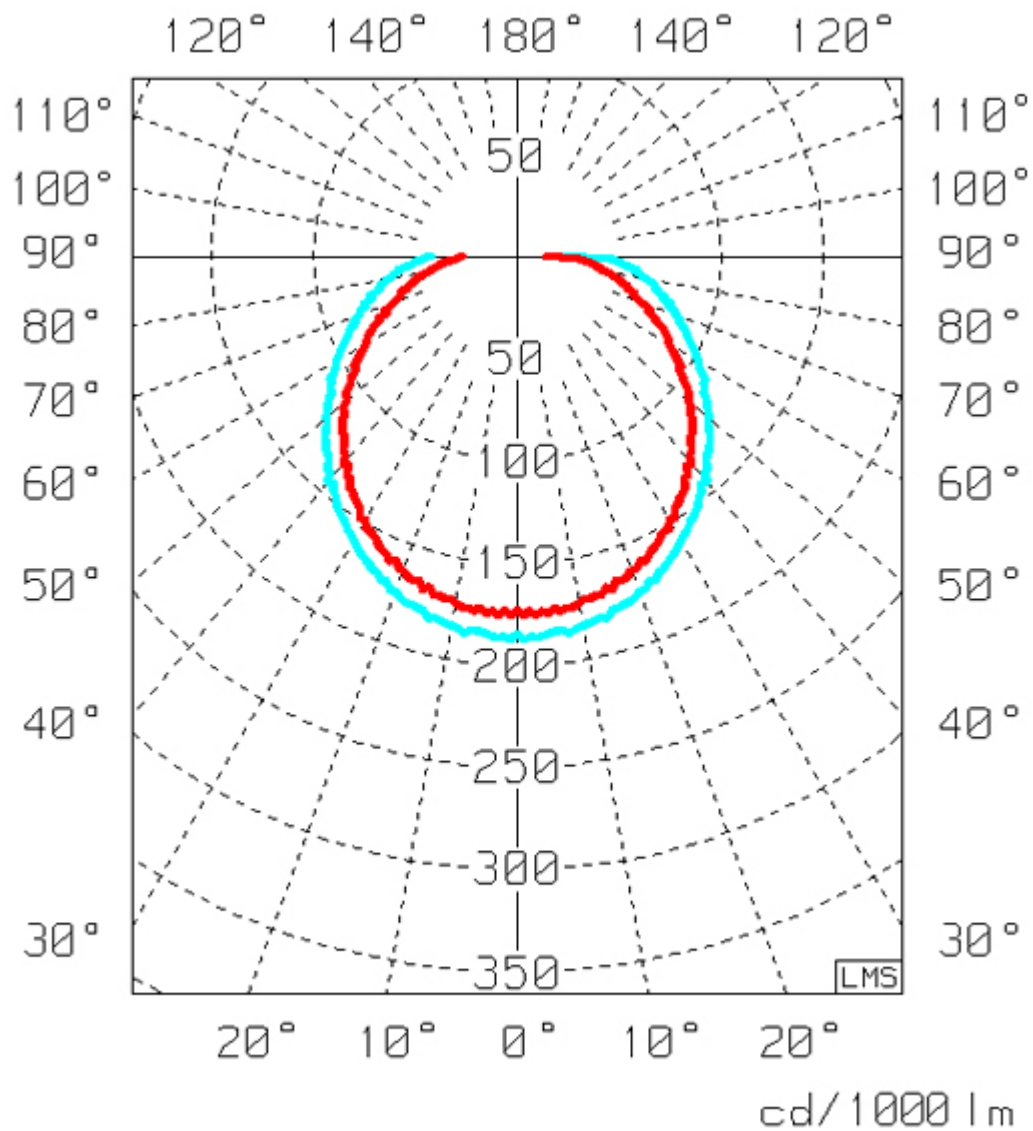
#### 3.1 Valaistussuureet

**Valovoima** ( $I$ ) on valaistustekniikan perussuure, josta muut suureet on johdettu. Valovoima kuvaa valon voimakkuutta ja sen intensiteettiä. Valovoiman yksikkö on kandela [cd]. [3, 34] Valovoiman tarkka määritelmä on seuraava: ”Valonlähteen valovoima tiettyyn suuntaan on yksi kandela (1 cd) silloin, kun valonlähde säteilee monokromaattista  $540 \cdot 10^{12}$  Hz:n taajuista säteilyä ja sen säteilyteho tähän suuntaan on  $1/683$  W/sr [3, 35].”

**Valovirta** kuvastaa, kuinka paljon valonlähteestä säteilee valoa. Valovirran yksikkö on lumen [lm] ja se on määritelty yhden kandelan voimakkuudella tasaisesti säteilevän lähteen yhden metrin säteisen pallon pinnalle säteilemän valoenergian virtausnopeudeksi. [3, 35]

**Valaistusvoimakkuus** taas kertoo pinta-alaa kohti laskeutuvan valovirran tiheyden. Valaistusvoimakkuuden yksikkö on siis [lm/m<sup>2</sup>] eli luks [lx]. [3, 36]

**Valonjakokäyrä** (kuva 2) on ”kuvio, joka ilmaisee valovoimakkuuden eri suunnissa. Kuvioon on piirretty kaksi käyrää, jotka osoittavat mitatun tason valaisimen poikittais- ja pitkittäissuunnassa. Asteikko näyttää kulman (°) valaisimesta ja valovoimakkuuden 1000 lm:a kohden (cd/klm). [4]”



Kuva 2. Esimerkki valonjakokäyrästä [5]

### 3.2 CADS Planner Electric

CADS Planner on suomalainen suunnitteluohjelmisto, joka sisältää suunnitteluohjelmia eri toimialoille kuten sähkösuunnitteluun, LVIA-suunnitteluun tai maanmittauskäyttöön. CADS Planner Electric on ohjelma sähkö- ja automaatioalan suunnittelutehtäviin. Ohjelmiston on suunnitellut Kyndata OY ja valmistajan kotisivujen mukaan CADS Planner Electric on käytetyin ohjelmisto Suomessa



sähkö- ja automaatio suunnittelutehtävissä [6]. Ohjelmisto tukee yleisimpiä suunnitteluohjelmistojen tiedostomuotoja kuten DWG ja DRW. CADS Planner Electricilla voidaan tehdä tasokuvien lisäksi esim. keskuspiirustuksia ja piirikaavioita.

Tässä työssä CADS Planner Electric -ohjelmistolla laadittiin sähköpiirustuksiin valaisimien asettelu valaistuskannan jälkeen. Valaisimien määrä ja asettelu laskettiin valaistuskantaohjelma DIALux evolla ja sen jälkeen siirrettiin CADS Planner Electriciin. Valaistuskannan tuloksia vastaava valaisimien määrä piirrettiin CADS-ohjelmistossa tai vaihtoehtoisesti valaisinasettelu siirrettiin suoraan DWG-muodossa ohjelmistojen välillä.

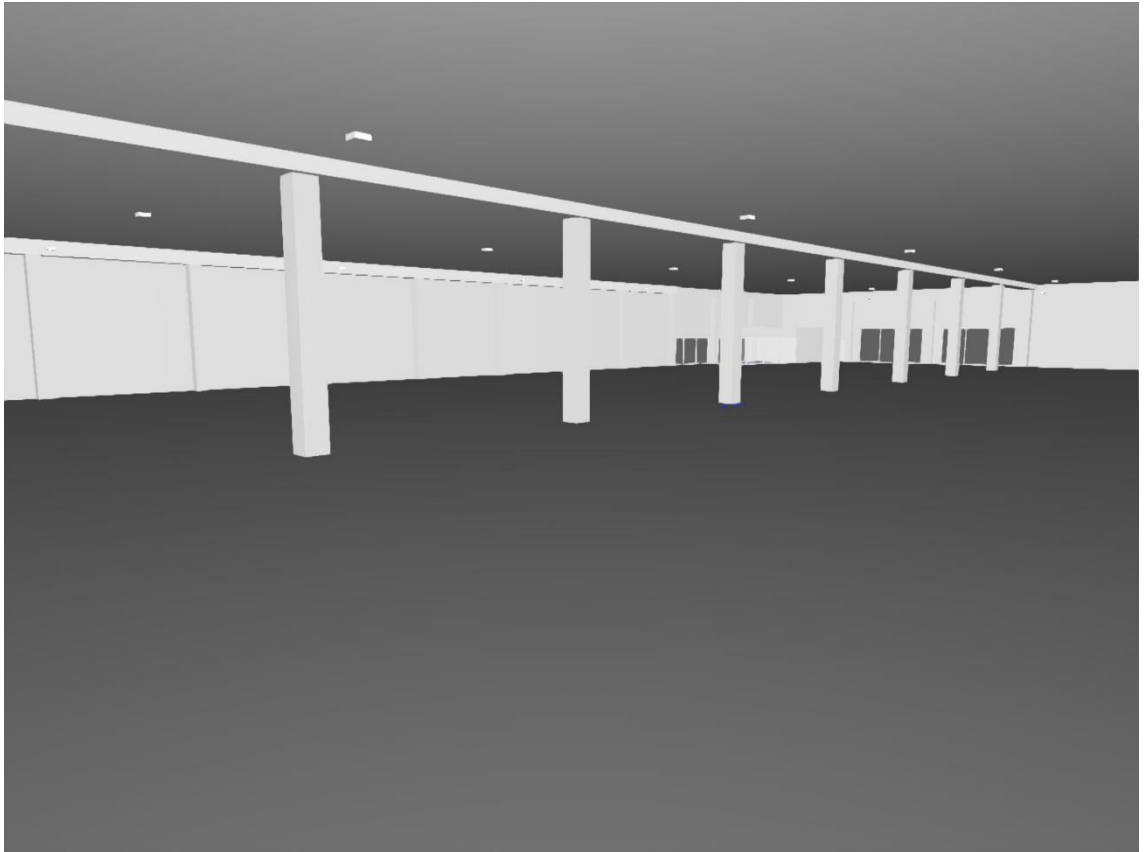
### **3.3 DIALux evo**

Valaistussuunnitteluun käytetty ohjelma oli DIALux evo. Se on saksalaisen DIALin kehittämä ohjelma, joka on ilmainen ja vapaasti ladattavissa.

DIALux evolla voidaan tehdä helposti 3D-malli kohderakennuksesta ja havainnollistaa tiloihin suunniteltu valaistus. 3D-malli voidaan tehdä yhdellä kertaa koko rakennuksesta ulkotilat mukaan lukien. DIALuxin valaistuskantaohjelmistot ovat ilmaisia ja niihin on saatavilla useimpien valaisinvalmistajien valaisimien valonjakotiedostot. Valonjakotiedostojen perusteella ohjelma laskee valaisimen ympäristöönsä jakaman valon.

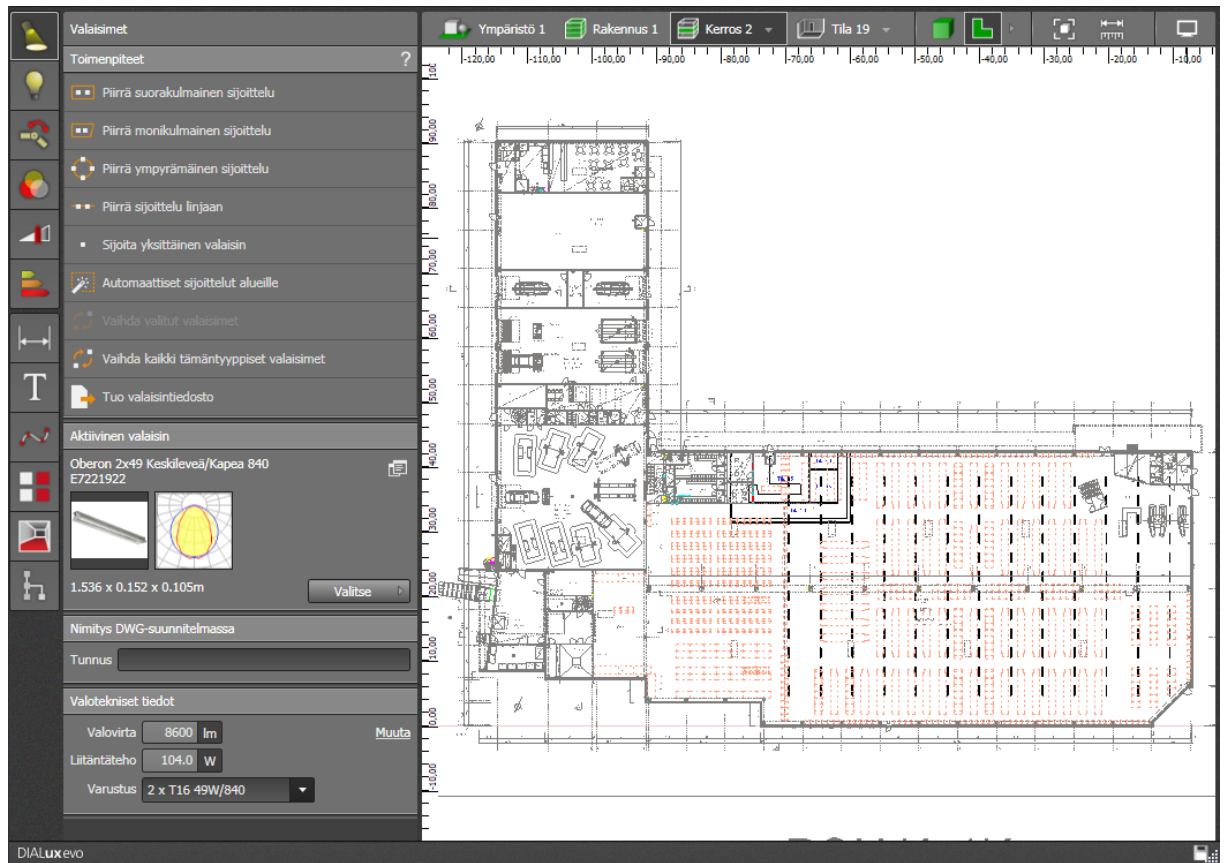
Valaistuskannan tekemiseksi DIALux evo -ohjelmassa rakennuksesta täytyy ensin tehdä 3D-malli. DIALuxilla tämä onnistuu helposti. Ohjelmaan voidaan tuoda CAD-piirustuksia esim DWG-tiedostomuodossa. Kuva tuodaan ohjelmaan ja asetetaan sen mittakaava oikeaksi. Rakennuksen sijoitus ilmansuuntiin nähdä voidaan asettaa, mikäli halutaan laskea myös päivänvalon vaikutus tiloihin. Tämän jälkeen voidaan piirtää rakennuksen ääri viivat pohjakuvien mukaan. Sen jälkeen ohjelmalle annetaan tieto rakennuksen korkeudesta ja ensimmäinen malli rakennuksesta on valmis. Samalla tavoin rakennuksen sisätilat osoitetaan ohjelmalle valitsemalla huoneiden nurkkapisteen. Seinämateriaalien heijastavuus on mahdollista asettaa oikeita materiaaleja vastaaviksi, mikäli halutaan erityisen tarkkoja valaistuskannan laskelmia. Ohjelmasta löytyy myös objekti kirjasto, missä on

mm. huonekaluja ja myymäläkalusteita. Ohjelmalla on siis yksinkertaista tehdä tarkka mallinnus rakennuksesta, kuten esimerkkikuvasta 3 nähdään.



Kuva 3. DIALux evolla laadittu 3D-mallinnus myymälätilasta

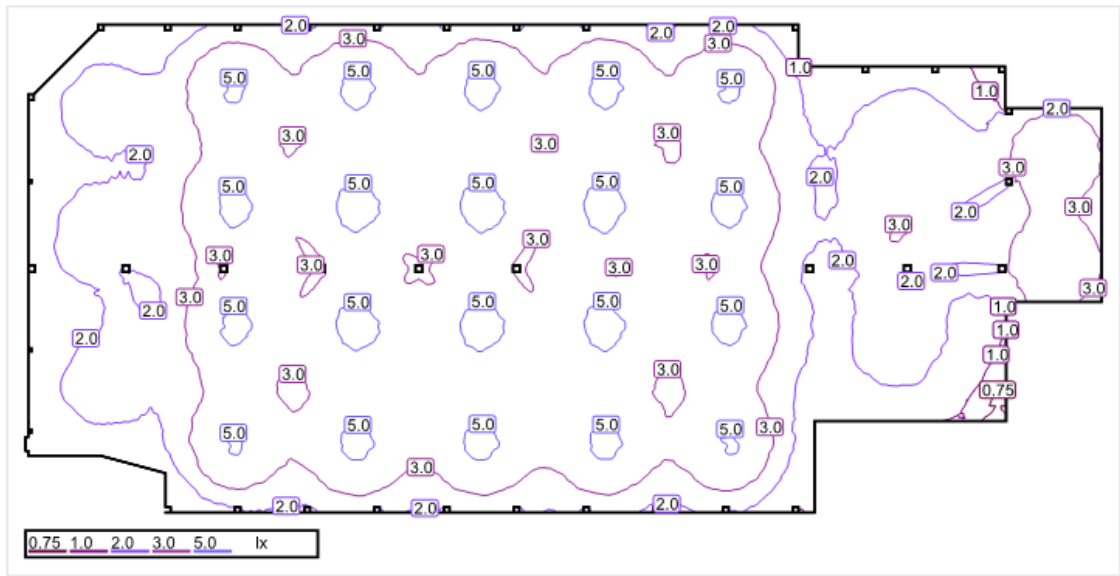
Useimmilta valaisinvalmistajilta löytyy valaisimistaan valonjakotiedostoja, jotka sisältävät tiedon valaisimen ympäristöönsä antamasta valosta. Valonjakotiedostot voi ladata joko suoraan DIALuxin kautta tai valmistajien sivuilta. 3D-mallissa valaisin nähdään luonnollisessa koossaan ja se voidaan asettaa haluttuun korkeuteen ja suuntaan. Valaisimet voidaan asettaa manuaalisesti yksitellen tai automaattisesti riveihin, eri muotoisiin kenttiin tai esimerkiksi ympyrän muotoon. Kuvassa 4 on aseteltu valaisimet myymälätilaan käyttäen automaattista sijoitustyökalua. Kuvan vasemmassa reunassa näkyy käytetty valaisin, jonka valonjakomalli on ladattu sen valmistajan verkkosivulta.



Kuva 4. Valaisimien asettelu DIALux Evossa

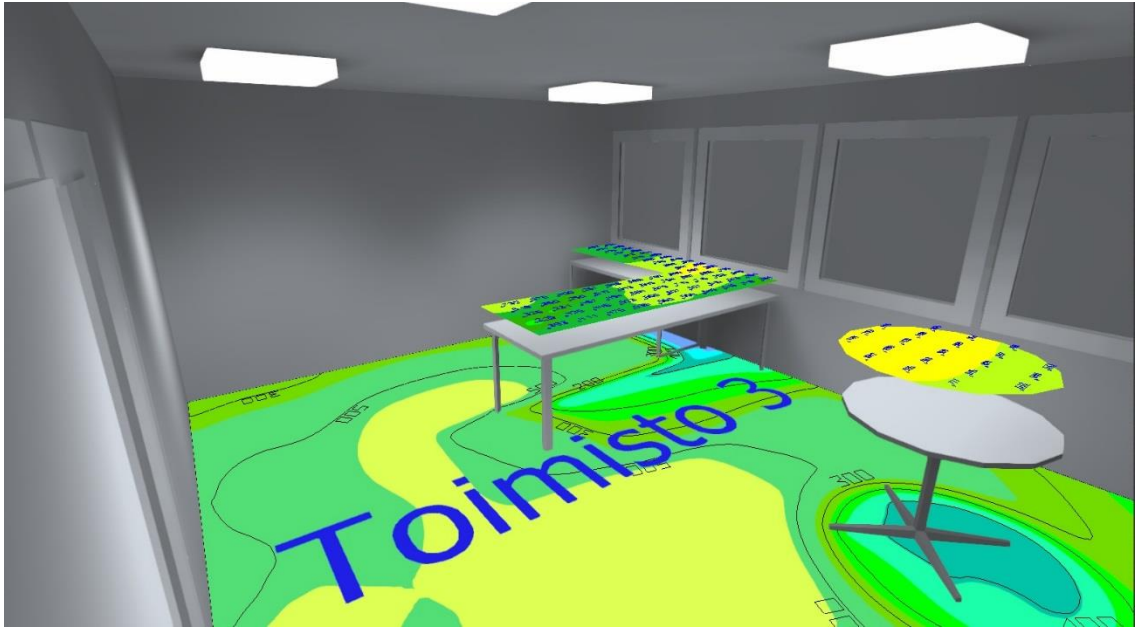
Oletusarvoisesti DIALux laskee tilan valaistusarvon käyttötason yhden metrin korkeudelta, mutta laskettavia alueita voidaan asettaa lisää haluttuun korkeuteen ja muotoon. Esimerkiksi myymälähallin kassa-alueen valaistusvoimakkuus voidaan erikseen laskea kassapöydän korkeus huomioiden. Laskelmien tarkkuutta voi säätää laskentarasterin pisteitä lisäämällä. Mitä enemmän laskentapistettä on, sitä tarkempi laskelma on, mutta samalla laskenta-aika kasvaa. Valaistusta voidaan myös simuloida 3D-mallina.

Pinnan tulosobjekti 11 (Lattia/sisäkatto)



Kuva 5. Valaistuslaskennan tulos isolux-kaaviona

Kuvassa 5 valaistuslaskennan tulos on esitetty ns. isolux-kaaviona. Isolux-kaaviossa saman valaistusvoimakkuuden sisältävät pisteet on yhdistetty viivoin, joten havainnollistavan isolux-kaavion tulkinta on helppoa. Kuvassa 6 on nähtävissä 3D-mallin hyöty valaistuslaskennassa. Tiloja ja niiden valaistusta voidaan tarkastella jo suunnitteluvaiheessa ja eri valaisinten vertailu visuaalisesti on helppoa. Valmis valaisinasettelu voidaan siirtää DIALuxista CADS-ohjelmistoon DWG-tiedostomuodossa.



Kuva 6. Havainnollistava 3D-kuva valaistusvoimakkuuslaskennan tuloksista

## 4 Käyttövalaistus

### 4.1 Myymälä

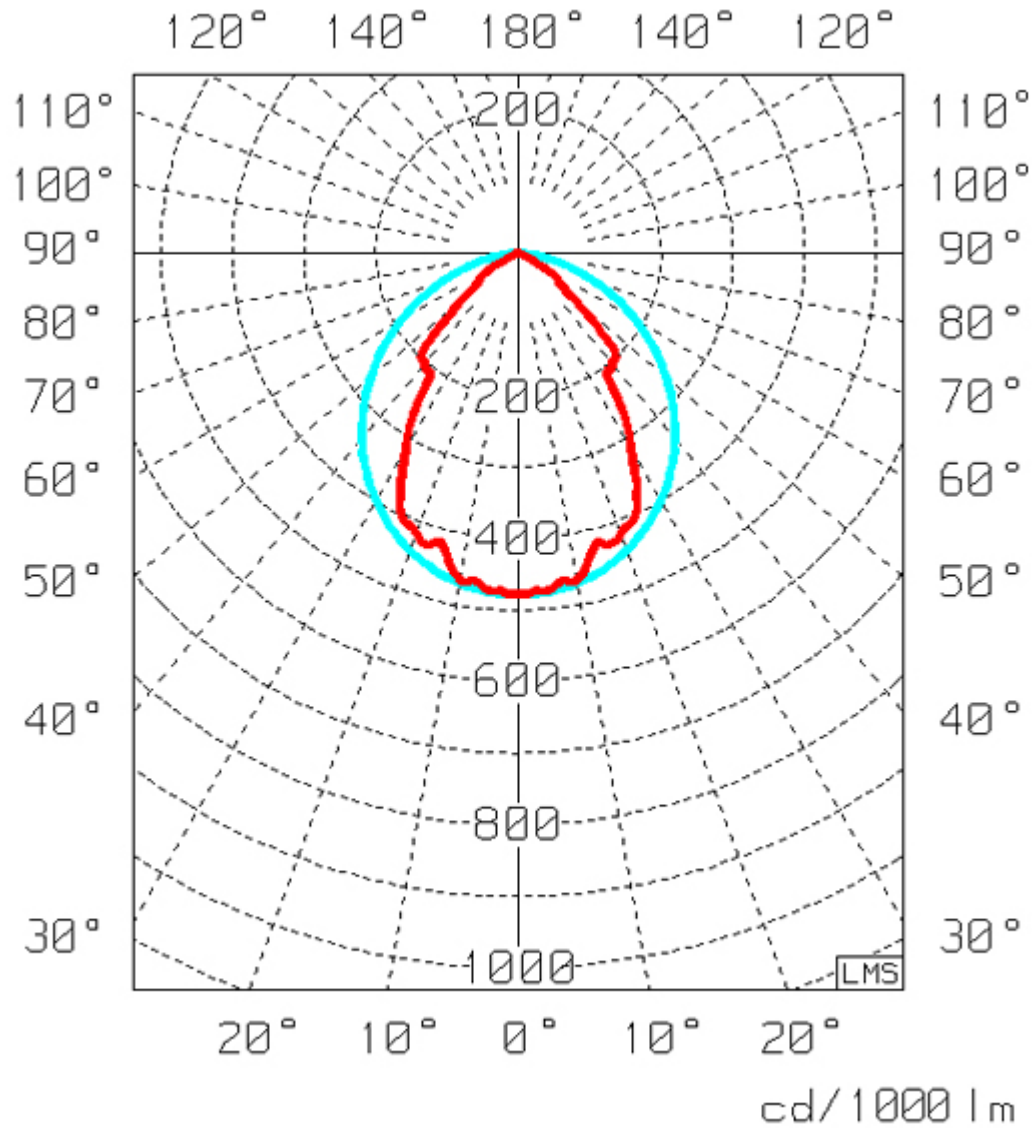
Tilaaaja halusi kohteessa olevan myymälähallin valaistusvoimakkuudeksi 900 lx, mikä on varsin korkea valaistusvoimakkuuden taso. SFS EN 12464-1 [7] ohjeistaa myymälätilojen keskimääräiseksi valaistusvoimakkuuden tasoksi 300-500 luksia. ST-kortti 58.14 "Myymälävalaistus" [8] opastaa myymälöiden valaistusvoimakkuustasosta kuitenkin seuraavaa: "Useiden myymälöiden valaistusvoimakkuustasot nousevat nykyään Suomessa yli 1000 luksin. Kirkkaalla valaistuksella saadaan aikaan dynaaminen vaikutelma, joka saa asiakkaat kiinnostumaan myymälästä sekä pysymään aktiivisina ollessaan myymälässä sisällä. Isoissa myymälöissä yleisvalaistus pidetään usein korkeammalla tasolla, jottei tilan visuaalinen kokonaisuus näyttäisi hämärältä."

Tilaajalle laaditussa suunnitelmassa valaisimet ovat loisteputkivalaisimia ja näiden ripustusjärjestelmänä on valaisinripustuskisko. Valaisinripustuskiskon asennuskorkeus määräytyi katon palkkien mukaan ja korkeus oli näin ollen 5,5 m.

Kohteen ollessa mallinnettuna DIALux evossa tulee valita valaisimet, joilla valaistuskalkulaatio tehdäisiin. Proton lightingilla on Exaktor-valaistusbrändi, joka sisältää useita eri käyttökohteeseen ja -tarkoitukseen suunnattuja teollisuusvalaisimia. Myymälähalliin suunnitellut valaisinmallit olivat Zodiac, Oberon tai Scorpius LED. Näistä vaihtoehtoista päädyttiin tilaajan toiveen ja projektipäällikön päätöksen mukaan Zodiac T5 -valaisimeen. Tämä poisti muut valaisinvaihtoehdot ja keskityttiin Zodiac-valaisinten laskentaan. Kuvassa 7 on Zodiac T5-valaisin ja kuvassa 8 sen valonjakokäyrä.



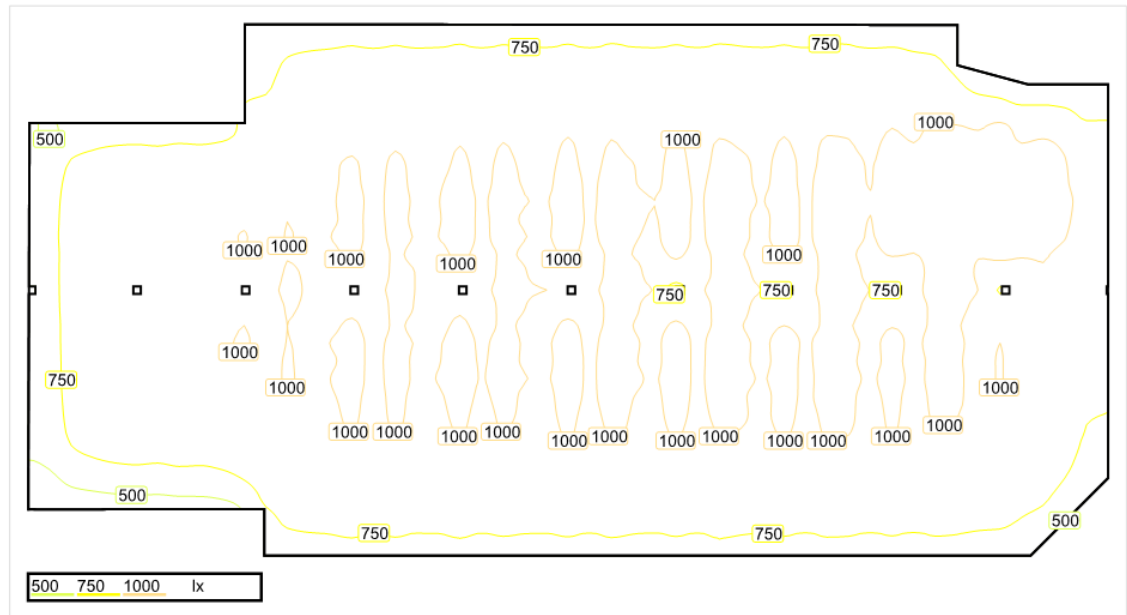
Kuva 7. Proton lighting-valmistajan Zodiac T5 [9]



Kuva 8. Zodiac T5 -valaisimen valonjakokäyrä [10]

Arkkitehdin vaatimus valaisinripustuskiskojen sijoitukseen oli, että valaisimet ripustetaan hallissa olevien kannatinpylväiden väliin symmetrisesti. Valaisimia lisättiin laskelmaan vaatimuksien mukaisesti, kunnes valaistuslaskennan tulos ylitti vaaditun 900lx. Kuvassa 9 on lopullinen valaistuslaskentatulos, jossa valaistusvoimakkuuden keskiarvoksi saatiin 928 luksia.

## Hallin käyttötaso



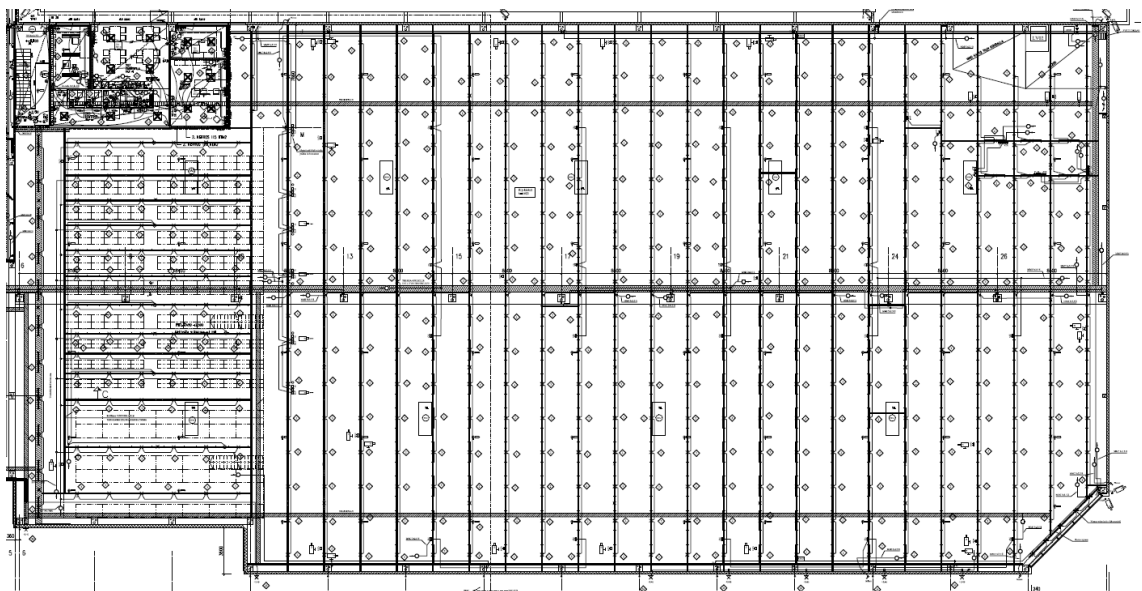
Mittakaava: 1 : 455

Horisontaali valaistusvoimakkuus (Rasteri)

Keskiarvo (todellinen): 928 lx, Min.: 302 lx, Maks.: 1124 lx, Min./keskim.: 0.325, Min./ maks.: 0.269,

Kuva 9. Myymälätilan valaistuslaskentatuloks isolux-kaaviona

Valaistuslaskennan tuloksien perusteella määräytyi lopullinen valaisinten määrä, joka aseteltiin tasopiirustuksiin CADS Planner Electric-suunnitteluohjelmaan. Tämä lopullinen asetelma on nähtävissä kuvassa 10. Myymälätilaan tuli 23 valaisinriviä, joissa jokaisessa on 16 loisteputkivalaisinta.

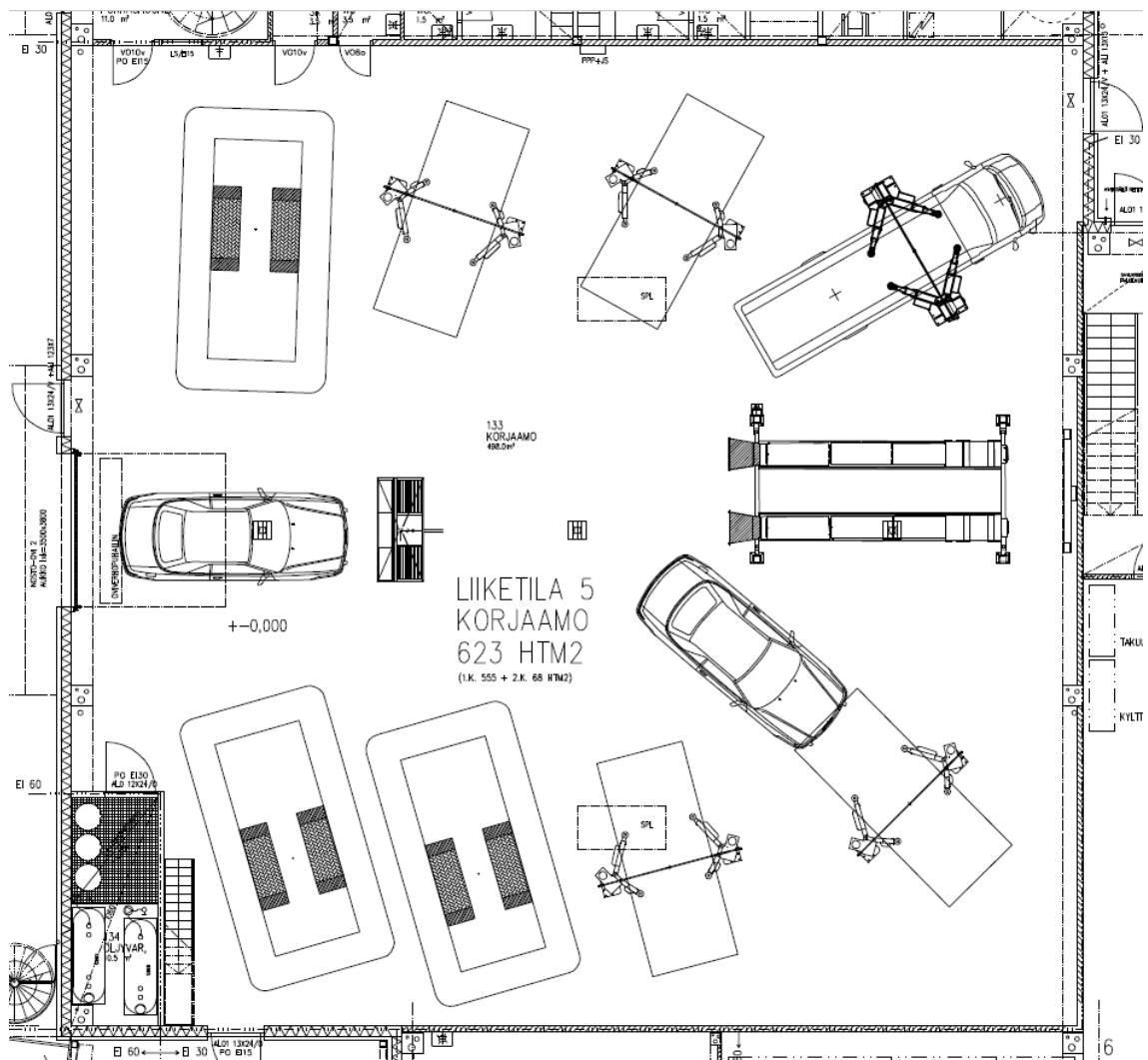


Kuva 10. Valaisimien asettelu myymälätilaan



## 4.2 Korjaamo

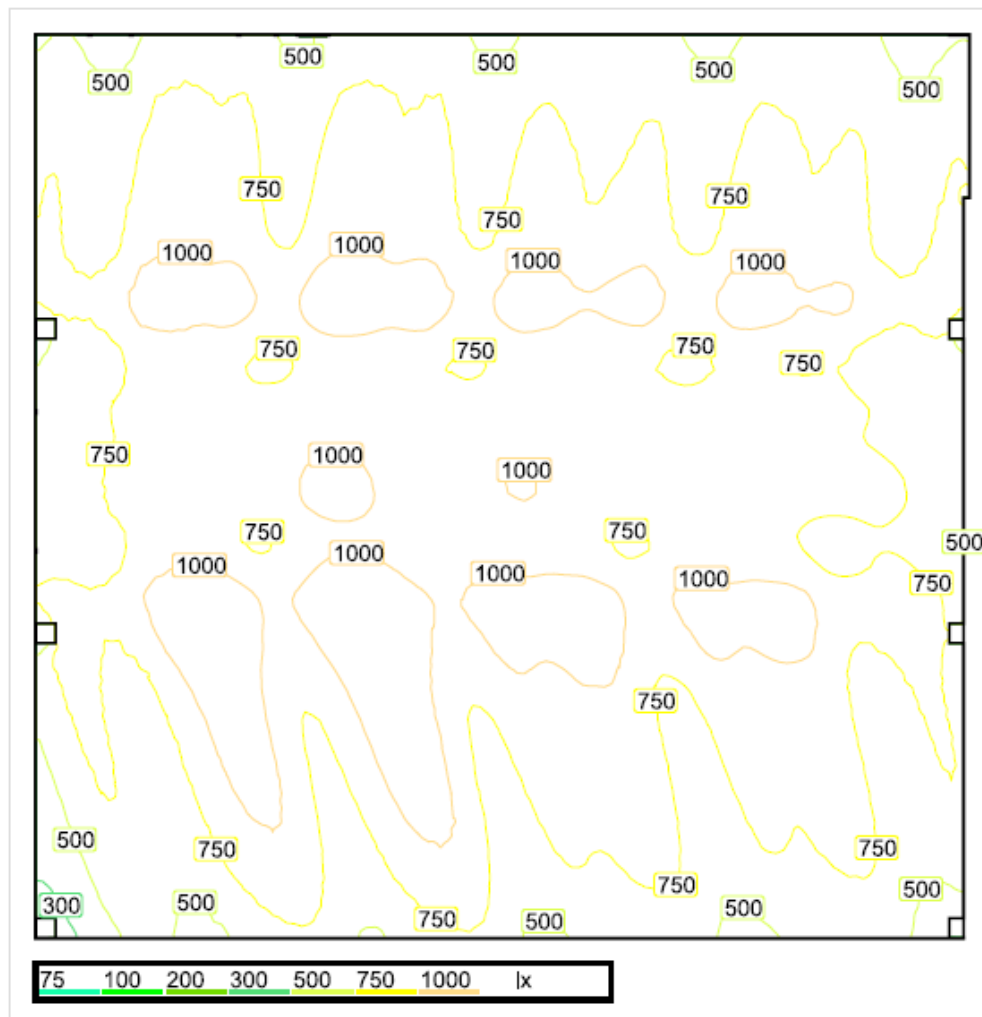
Standardissa SFS-EN 12464-1 on annettu vähimmäisvalaistusvoimakkuustasot käsityölle teollisuudessa. Hienon käsityön valaistusvoimakkuuden tulee olla vähintään 500 lx ja tarkkuustyön 750 lx. Korjaamotilojen valaistusvoimakkuudeksi haluttiin noin 800 lx, ja se on riittävä täyttämään standardin vaatimukset vaativalekin asennustyölle. Valaisimet tulisivat olemaan suunnattavaa mallia ja niiden ripustuskorkeudeksi tulisi 4 m. Korjaamotilojen valaisinripustuskiskojen sijainti tuli suunnitella niin että se tukisi työskentelyä autonostureiden kanssa. Nosturien asettelu oli kuvan 11 mukainen.



Kuva 11. Korjaamon pohjakuva ja nosturien asettelu

DIALux evo:lla valaisimet aseteltiin valaisinripustuskiskojen mukaisesti jonoihin ja valaistusvoimakkuuden riittäessä valaisimien asettelu voitiin siirtää suoraan CADS-ohjelmistoon. Valaisimeksi tuli Alppilux AM249A, joka voidaan asettaa kulmaan. Valaisimen ominaisuudet ovat muuten hyvin samanlaiset kuin Zodiac T5 -valaisimessa, jonka valonjakokäyrä ja kuva on esitetty edellisessä luvussa. Alppilux AM249A -valaisimella voidaan kohdistaa valoa korjaamotiloissa, jossa on autonostureita. Kuvassa 12 on isolux-käyrin esitettynä korjaamon valaistusvoimakkuuden laskentatulokset. Valaistusvoimakkuus ylittää vaaditun 800 luksia ja valaisimet voitiin sijoittaa CADS Plannerin Electric-ohjelmassa olevaan sähkösuunnitelmaan.

## Käyttötaso 9

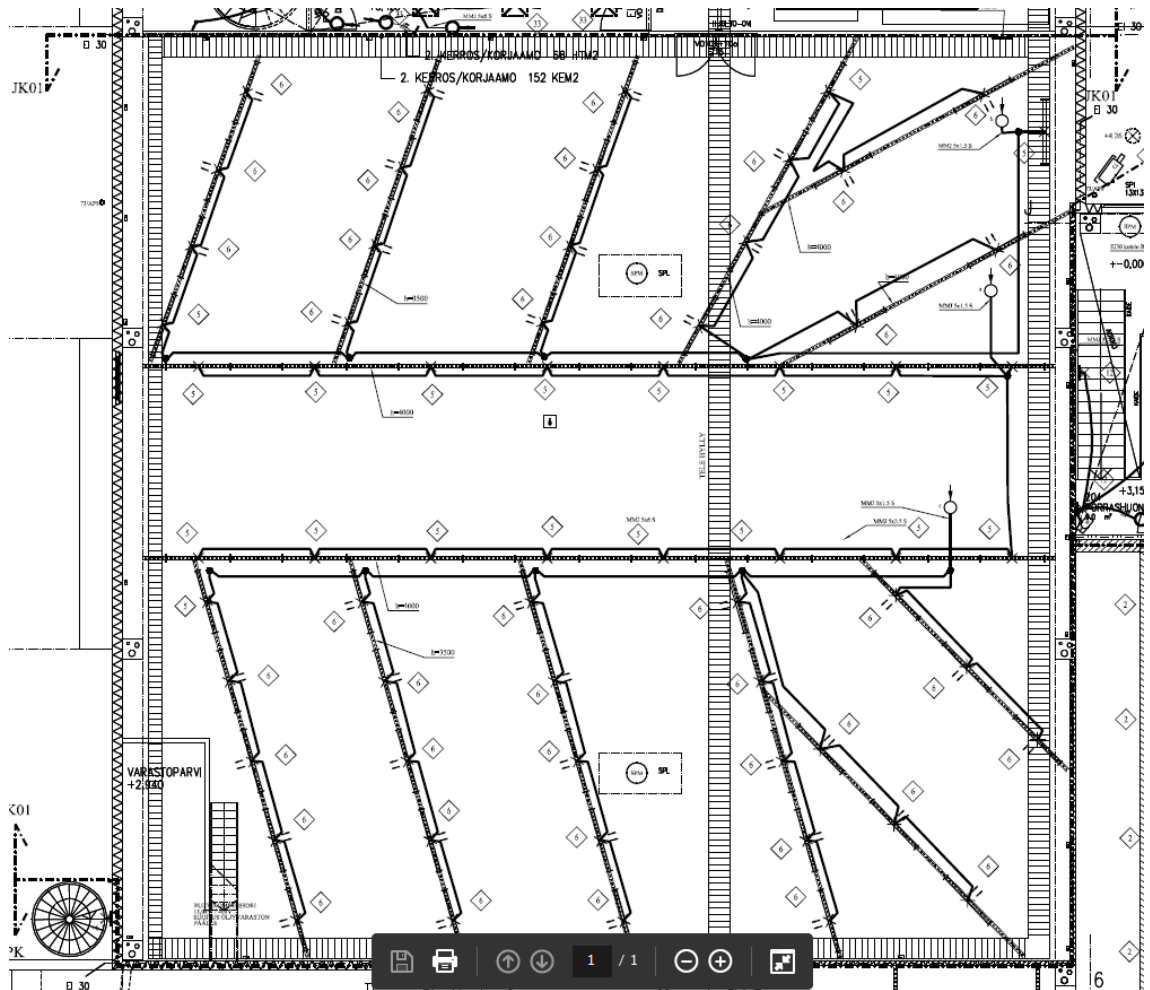


Mittakaava: 1 : 200

Kohtisuora valaistusvoimakkuus (Pinta)

Keskiarvo (todellinen): 808 lx, Min.: 51 lx, Maks.: 1297 lx, Min./keskim.: 0.063, Min./ maks.: 0.039,

Kuva 12. Korjaamon valaistusvoimakkuus isolux-käyrinä



Kuva 13. Valaisimien sijoitus korjaamotilassa

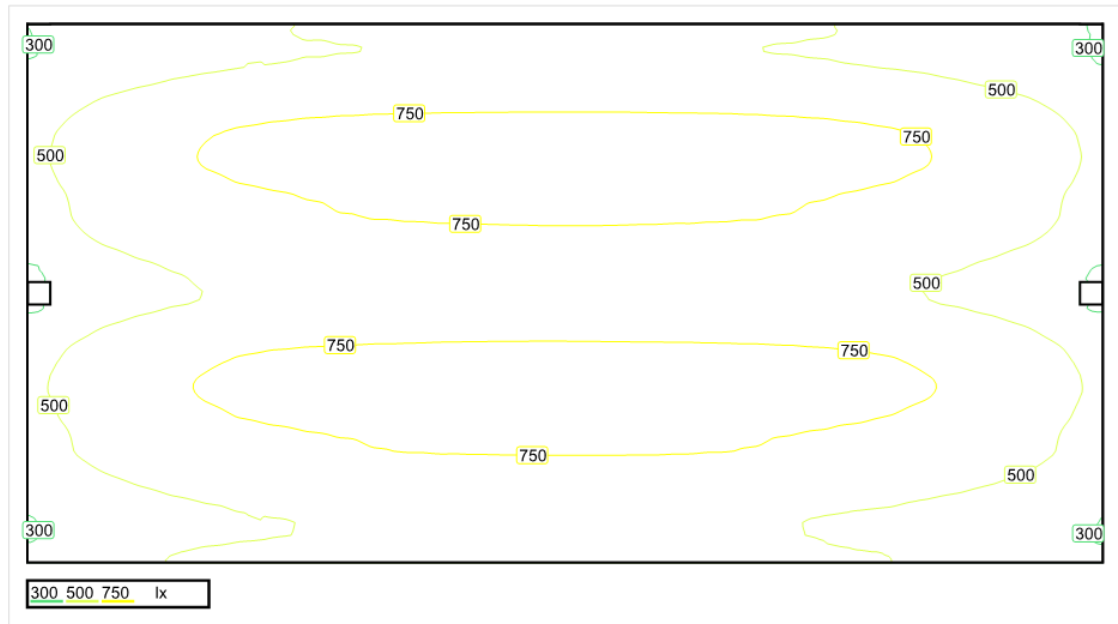
Valaisinripustuskiskot tuli asetella niin etteivät ne jää autonosturien tielle. Kulmaan asennettavat valaisimet helpottavat valokeilan suuntaamista työpisteisiin sekä nosturien alle siellä työskennellessä. Kuvassa 13 on esitettyä korjaamon valaisimien lopullinen asettelu tasopiirustuksessa.

### 4.3 Katsastustilat

Katsastushallin valaistusvoimakkuudeksi oli pyydetty vähintään 500 luksia. Standardissa SFS-EN 12464-1 hienon käsityön vähimmäisvalaistusvoimakkuus on 500lx. Valaisimet oli järkevintä asetella kolmeen riviin, niin että molemmat ajo-kaistat hallissa tulisivat hyvin valaistuiksi. Kolme valaisinriviä, kymmenen valaisinta kussakin, tuotti 619 luksin valaistusvoimakkuuden hallin käyttötasolle kuten

kuvasta 14 on nähtävissä. Kuvassa 15 on tasokuva, josta ilmenee valaisinten lopullinen sijoittelu.

#### Käyttötaso 8

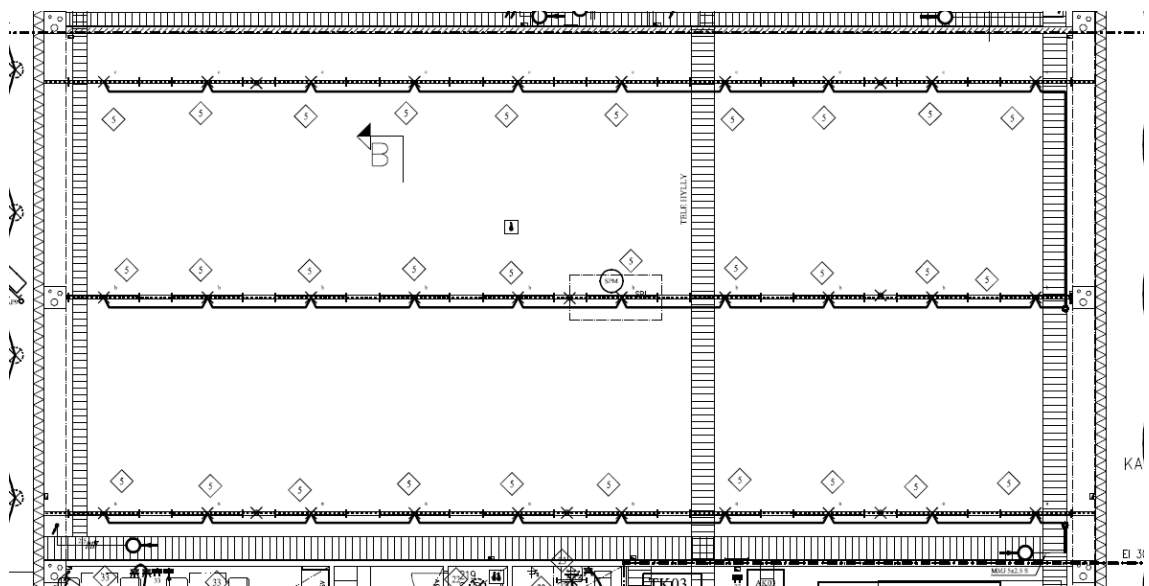


Mittakaava: 1 : 126

Kohtisuora valaistusvoimakkuus (Pinta)

Keskiarvo (todellinen): 619 lx, Min.: 243 lx, Maks.: 856 lx, Min./keskim.: 0.393, Min./ maks.: 0.284,

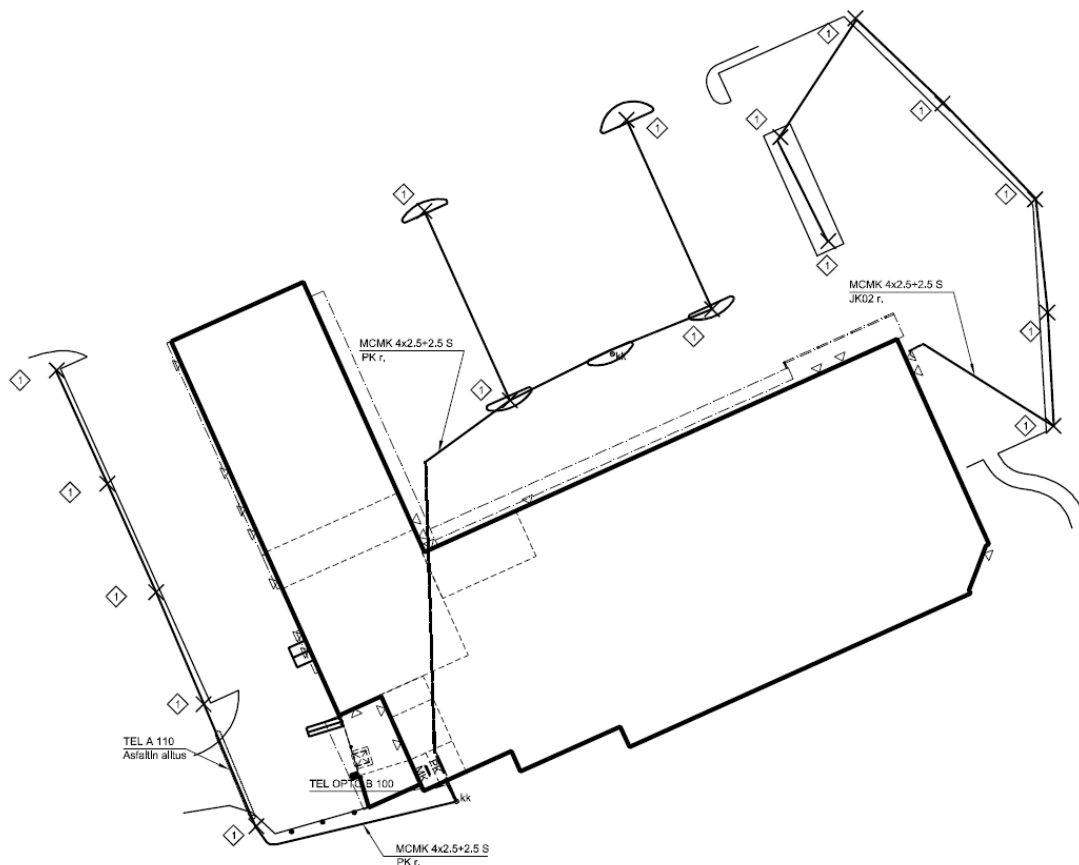
Kuva 14. Katsastushallin valaistusvoimakkuus



Kuva 15. Katsastushallin valaisinten asettelu

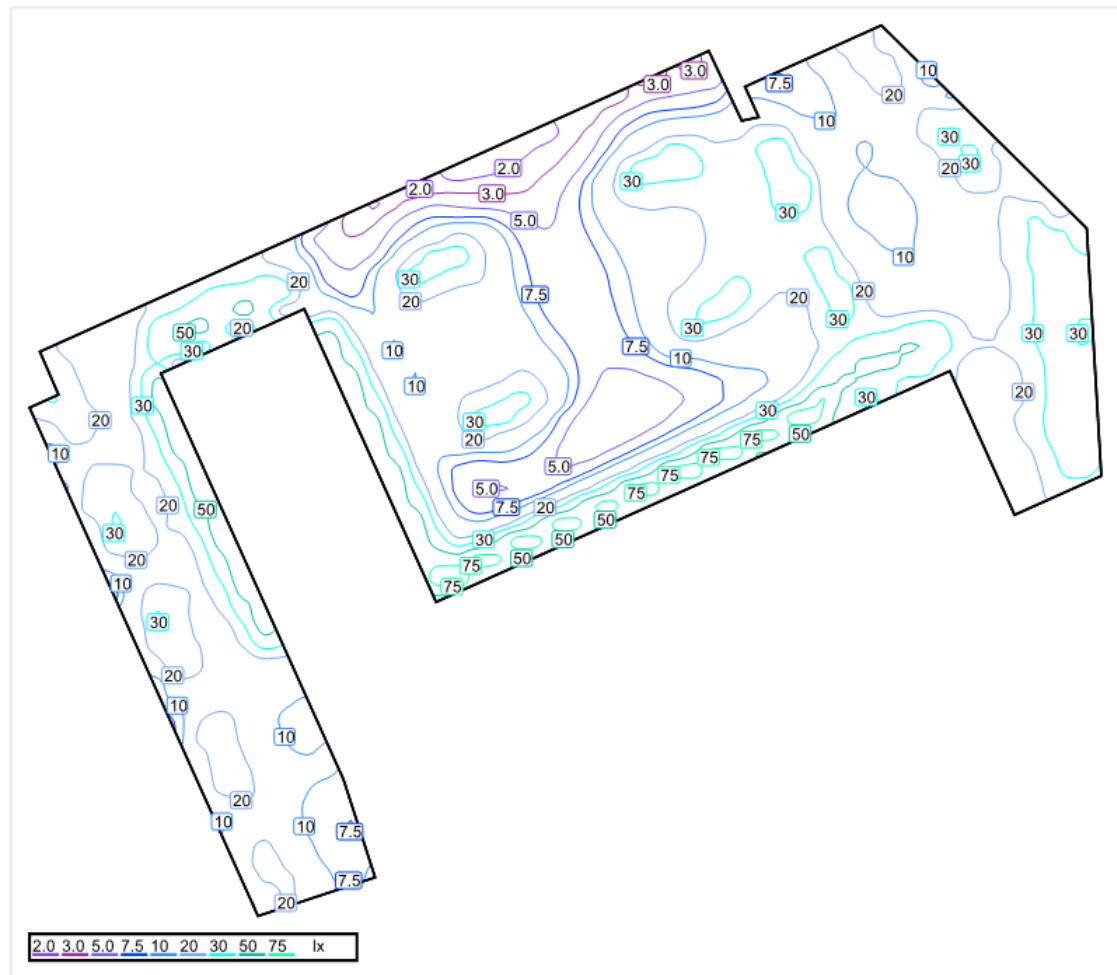
#### 4.4 Ulkoalueen valaistus

Ulkoalueen valaistukseen oli valittu Greenled Oy:n valmistama Sirius M-pylväsvalaisin, joka on toteutettu lediteknologialla. Arkkitehti oli osoittanut valaisinten paikat pohjakuvaan. Kuvasta 16 on nähtävissä valaisinpisteiden sijainti ja kaapelointi lopullisessa suunnitelmassa. Ulkoalueen valaistusvoimakkuuden minimiarvon määrittä standardin SFS-EN 13201-2 [11] taulukko 5, joka antaa pysäköinti-alueen minimivalaistusvoimakkuudeksi 7,5lx.



Kuva 16. Ulkoalueen valaisinpisteiden sijainti

## Parkkialue



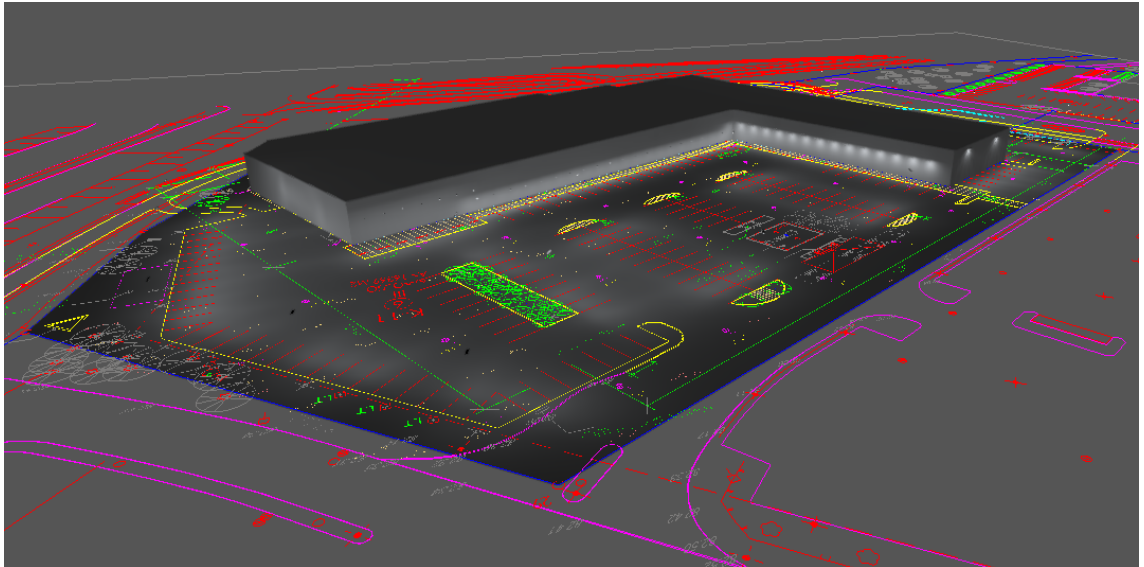
Mittakaava: 1 : 870

Kohtisuora valaistusvoimakkuus (Rasteri)

Keskiarvo (todellinen): 21 lx, Min.: 0.00 lx, Maks.: 93 lx, Min./keskim.: 0.000, Min./ maks.: 0.000,

Kuva 17. Ulkoalueen isolux-käyrät

Lähtökohtana oli siis, että valaisimet ovat Greenland Oy:n Sirius M -valaisimia. Valaisinten valinnassa konsultoitin Greenled Oy:n Itä-Suomen myyntivastaavaa, ja ulkoalueen valaistusratkaisussa päädyttiin 110 W:n tehoiseen Sirius M -valaisimeen. Valaisin antaa melko tasaisen valon pysäköintialueelle. Luksiarvot (Kuva 17) ovat reilusti korkeammat kuin standardi vaatii mutta hyvin valaistu pysäköintialue luo turvallisuudentunnetta ja positiivisia mielleyhtymiä asiakkaisissa. Kuvasssa 18 on nähtävissä pysäköintialueen 3D-malli ja valaistuksen visualisointi parkkialueella.

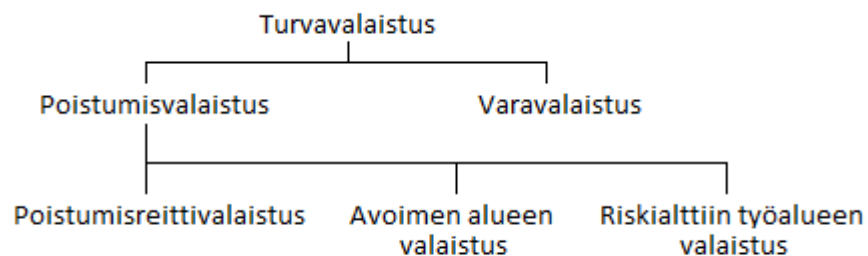


Kuva 18. Ulkoalueen visualisointi DIALux evo-ohjelmassa

## 5 Turva- ja poistumisvalaistus

Turvavalaistusta tarvitaan tavallisen valaistuksen syötön häiriintyessä joko vika- tai onnettomuustilanteessa. Turvavalaistukselle tarvitaan tämän takia muusta sähkönsyötöstä riippumaton sähkönsyöttö. [12, 3]

Turvavalaistus on yleisnimitys joukolle valaistusmuotoja jotka on eritelty kuvassa 19.



Kuva 19. Turvavalaistuksen erittely [13, 5]



Standardissa SFS-EN 1838 turvavalaistuksen eri valaistusmuodot esitellään seuraavasti:

Poistumisvalaistuksen yleisenä tarkoituksena on mahdollistaa turvallinen poistuminen paikasta silloin, kun normaali virransyöttö häiriintyy.

Poistumisreittivalaistuksen tarkoituksena on mahdollistaa paikassa olevien henkilöiden turvallinen poistuminen luomalla sopivat näkyvyysolot ja osoittamalla suunnan poistumisreiteillä ja erikoistiloissa sekä varmistaa, että sammutus- ja turvavälineet ovat helposti paikannettavissa ja käytettävissä.

Avoimen alueen valaistuksen tarkoituksena on vähentää paniikin todennäköisyyttä sekä mahdollistaa rakennuksessa olevien henkilöiden turvallista siirtymistä poistumisreiteille luomalla sopivat näkyvyysolot ja osoittamalla poistumisreitit. Poistumisreiteillä ja avoimilla alueilla valon tulisi langeta alaspäin työtasolle. Kaikki esteet tuosta tasosta kahden metrin korkeuteen tulisi myös valaista.

Riskialttiin työalueen valaistuksen tarkoituksena on edesauttaa sellaisten henkilöiden turvallisuutta, jotka ovat tekemisissä mahdollisesti vaarallisen prosessin tai tilanteen kanssa, ja se mahdollistaa toiminnan hallitun pysäyttämisen muiden tilassa olijoiden turvallisuutta silmällä pitäen. [12, 3]

Poistumisvalaistus vaaditaan standardin SFS-EN 1838 mukaan, jotta varmistetaan näkyvyys kun tilaa tyhjennetään turvallisuussyistä. Valaisimet suositellaan asennettavaksi vähintään 2 m korkeudelle lattiasta. Jokaisen hätäpoistumiseen tarkoitetun uloskäytävän kohdalla ja pitkin kulkureittejä on oltava valaistut poistumisopasteet, jotka osoittavat selvästi poistumisreitit turvalliseen paikkaan.[12, 4]

Ellei uloskäytävän opaste ole suoraan näkyvissä, on käytettävä valaistua suunnanuoletta osoittamaan etenemissuunnan uloskäytävälle. [12, 4]

Standardi SFS-EN 1838 määrää turvavalaisimien sijoituksesta seuraavaa:

Standardin EN 60598-2-22 mukainen valaisin on sijoitettava jokaisen uloskäytävän oven läheisyyteen sekä mahdollisten vaarallisten paikkojen tai turvavälineiden kohdalle antamaan sopiva tarvittava valaistusvoimakkuus. Seuraavat paikat kuuluvat korostettavien joukkoon:

- a) jokainen hätäpoistumiseen tarkoitettu uloskäytävän ovi,
- b) portaiden lähialue niin, että jokainen porrastasanne saa suoraa valoa
- c) lähialue jokaisessa muussa korkeustason muutoskohdassa,
- d) pakolliset uloskäytävät ja turvallisuuskilvet,
- e) kulkusuunnan jokainen muutospaikka,
- f) käytävien jokainen risteys,
- g) jokaisen lopullisen uloskäynnin lähistö ja uloskäynti,
- h) jokaisen ensiapupisteen lähialue,
- i) jokaisen palosammutuskaluston sijoituspaikan ja palohälytyspisteen lähialue.

Kohdissa h) tai i) mainituissa paikoissa, mikäli ne eivät ole poistumisreitillä tai ”avointa aluetta”, on valaistusvoimakkuuden lattialla oltava vähintään 5 lx. [12,4]

Standardin SFS-EN 50172 [14] mukaan avoimen alueen valaistusta ”käytetään määrittämättömän poistumisreitin alueilla eteistiloissa ja tiloissa, jotka ovat lattiapinta-alaltaan suurempia kuin 60m<sup>2</sup>”. Myymälähalli on kokonsa puolesta luettavissa avoimeksi alueeksi ja sinne tarvitaan avoimen alueen valaistus sen varalta että valot syystä tai toisesta sammuvat. Myös korjaamotilat, katsastushalli ja liiketilat vaativat avoimen alueen valaistuksen.

## 5.1 Kaapelointi

Standardin SFS 6000-5-56 [15] kohta 560.9.1 määrää kaapeloinnista seuraavasti: Palo-osaston sisällä valaisimien syöttöön pitää käyttää palonkestäviä johdojärjestelmiä tai vaihtoehtoisesti valaisimet voidaan johdottaa vähintään kahdesta erillisestä ryhmästä niin että yhden piirin vaurioituessa poistumisreitivalaistus säilyy. Ryhmäjohdosta ei saa syöttää enempää kuin 20 valaisinta ja niiden kokonaisvirta ei saa ylittää 60% ylivirtasuojan mitoitusvirrasta.

Kohta 560.8.1 määrittää palonkestäväksi johtojärjestelmäksi seuraavat kaapelityypit: mineraalieristeiset IEC 60702-1 ja 60702-2 mukaiset kaapelit, palonkestävät EN 50200 tai EN 50362 ja EN 60332-1-2 mukaiset kaapelit tai johtojärjestelmät jotka ovat suojattu riittävästi mekaanisesti ja tulipalolta.

Valaistusryhmät suunniteltiin niin että standardi SFS-EN 1838 täyttyy. Myymälätilan poistumisopasteet ja turvalaistus on kahdennettu niin että yhden ryhmän vaurioituessa tilat ovat yhä valaistuja. Myymälähalli on vielä varmuuden vuoksi jaettu kolmeen enintään 1600m<sup>2</sup> palo-alueeseen, kuten ST 51.06 [16] vuodelta 2014 ohjeistaa. Ryhmäjohtot, jotka kulkevat paloalueen läpi toiselle ovat tehty palonkestävällä johtojärjestelmällä.

## 5.2 Valaisimet ja turvallisuuskilvet

Standardissa SFS-EN 1838 on tarkasti määriteltä käytettävien turvallisuuskilpien ulkomuoto ja valaistusominaisuudet. Määräykset turvallisuuskilvistä löytyvät myös ST-ohjeisto 8: Poistumisvalaistus ja poistumisreittivalaistus -oppaasta:

Turvallisuuskilpien on saavutettava 50% vaaditusta luminanssista 5s sisällä ja täysi luminanssi 60s sisällä.

Värien on oltava standardin "ISO 3864 Safety colours and safety signs" mukaisia.

Turvallisuuskilpien luminanssin on turvallisuusvärillä merkityssä kohdassa oltava vähintään 2cd/m<sup>2</sup> kaikissa kyseeseen tulevissa katselukulmissa.

Suurimman ja pienimmän luminanssin suhde joko valkoisella tai turvallisuusvärillä merkityllä alueella ei saa olla suurempi kuin 10:1.

Valkoisella alueella merkityn alueen luminanssin  $L_{\text{valkoinen}}$  suhde turvallisuusvärillä merkityn alueen luminanssiin  $L_{\text{väri}}$  ei saa olla pienempi kuin 5:1 ja suurempi kuin 15:1.

Koska sisäpuolelta valaistu kilpi näkyy etäämmältä kuin samankokoinen ulkopuolelta valaistu kilpi, määritetään suurin katseluetaisyys seuraavan yhtälön avulla:

$$d = s \cdot p$$

Kaava 1.

Jossa:

d on katseluetaisyys

s on kilven kuvion korkeus ja

p on vakio, jonka arvo on 100 ulkopuolelta valaistuilla kilvillä ja 200 sisäpuolelta valaistuilla kilvillä. [13, 10]

Turvavalaisimet ja -kilvet valittiin Teknoware Oy :n valikoimasta. Turvallisuuskilpiä tarvittiin neljää erilaista asennuspaikasta riippuen. Teknowaren tehdasvalmisteiset valaisimet täyttävät SFS-EN 1838 standardin vaatimukset.

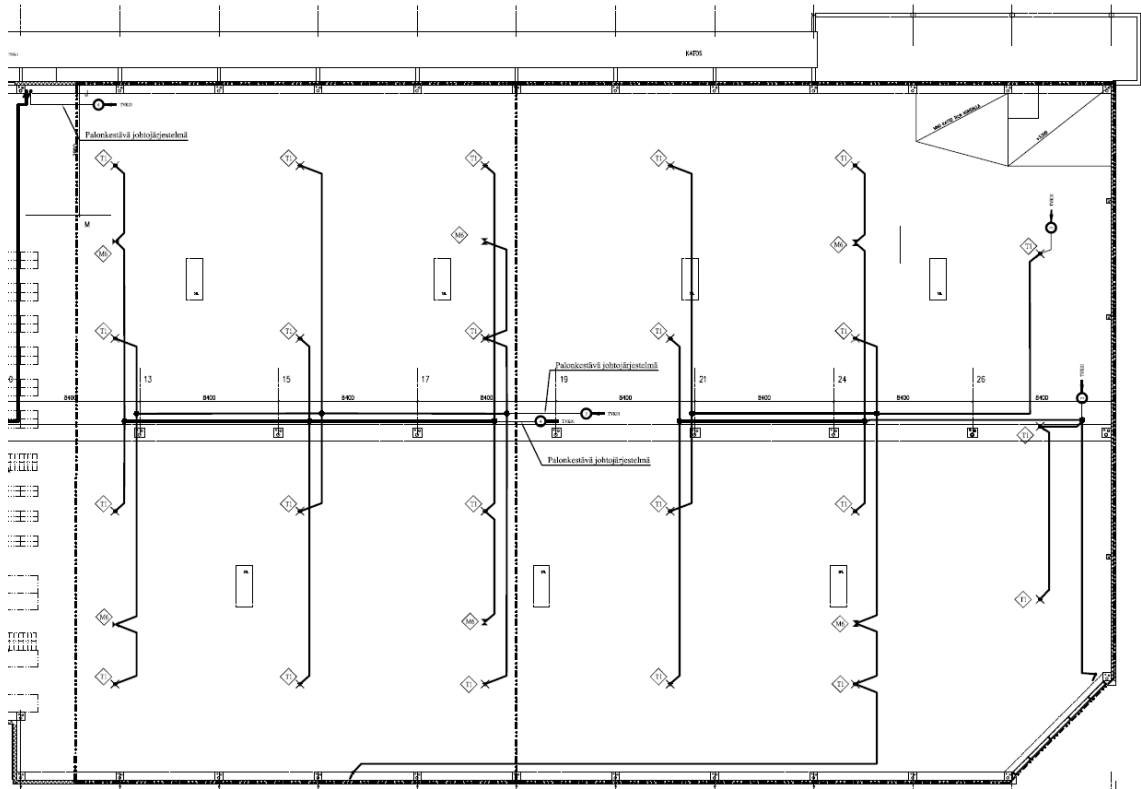
Opas Puolikas -valaisin 20m havaintoetäisyydellä valittiin lyhyempien matkojen turvaopasteeksi tiloihin, joissa opaste täytyy asentaa seinään.

Opas 4 -valaisin 24m havaintoetäisyydellä valittiin lyhyempien matkojen turvaopasteeksi tiloihin, joissa opaste täytyy asentaa kattoon.

Opas 90 -valaisin 25m havaintoetäisyydellä valittiin myymälähallin turvaopasteeksi. Valaisimen saa lisäkannattimella kiinnitettyä valaisinripustuskiskostoon.

Opas 29 -valaisin 30m havaintoetäisyydellä valittiin muutaman pitemmän käytävän hätäpoistumisreitit näyttämiseen.

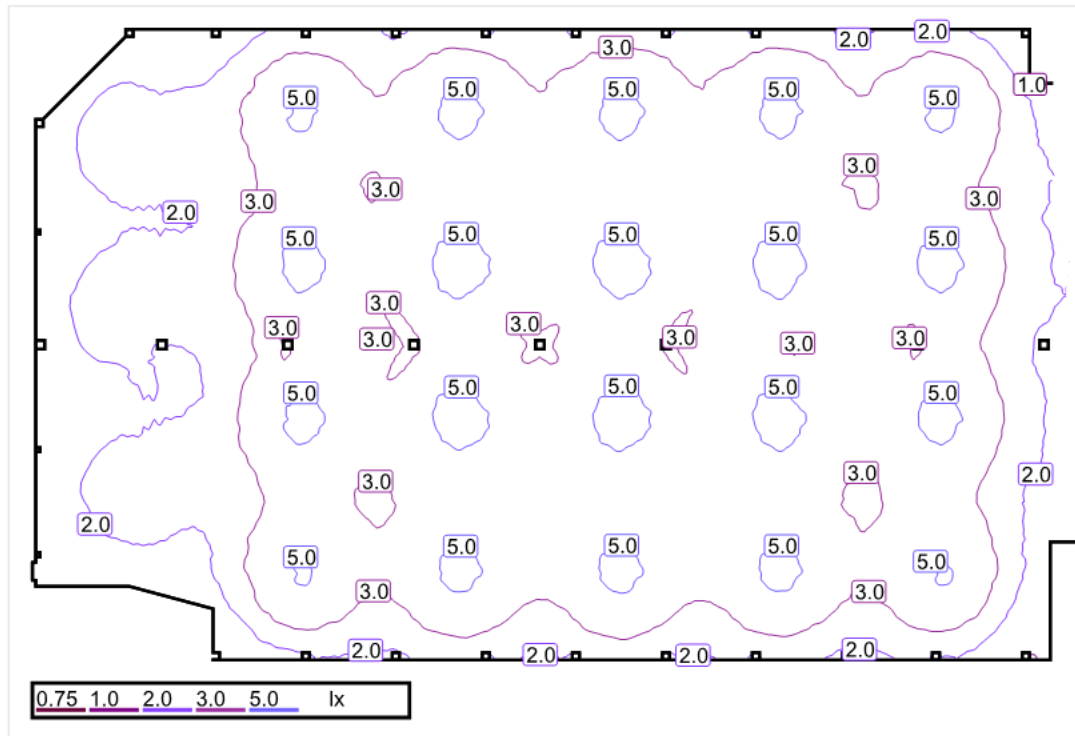
Turvavalaisimia tuli kahta erilaista. Myymälähalliin tuli Turva 22 -valaisimet, jotka on tarkoitettu suurehkojen alueiden valaistukseen. Muihin tiloihin valittiin Zonespot II Lowbay -valaisin, joka on suunniteltu erityisesti avoimien ja matalien alueiden valaisuun.



Kuva 20. Myymälän turva- ja poistumisvalaistus

Kuvassa 20 on esitetty myymälätilan turva- ja poistumisvalaisimet sekä niiden ryhmittely. Myymälä on jaettu pistekatkoviivalla kahteen osaan ja valaisimet on kahdennettu niin, että yhden ryhmän sammuminen esimerkiksi tulipalon aikana ei pimennä koko tilaa. Oikeanpuoleisen paloalueen läpi kulkevat ryhmäjohtot on määritelty tehtäväksi palonkestävällä johtojärjestelmällä.

### Pinnan tulosobjekti 11 (Lattia/sisäkatto)



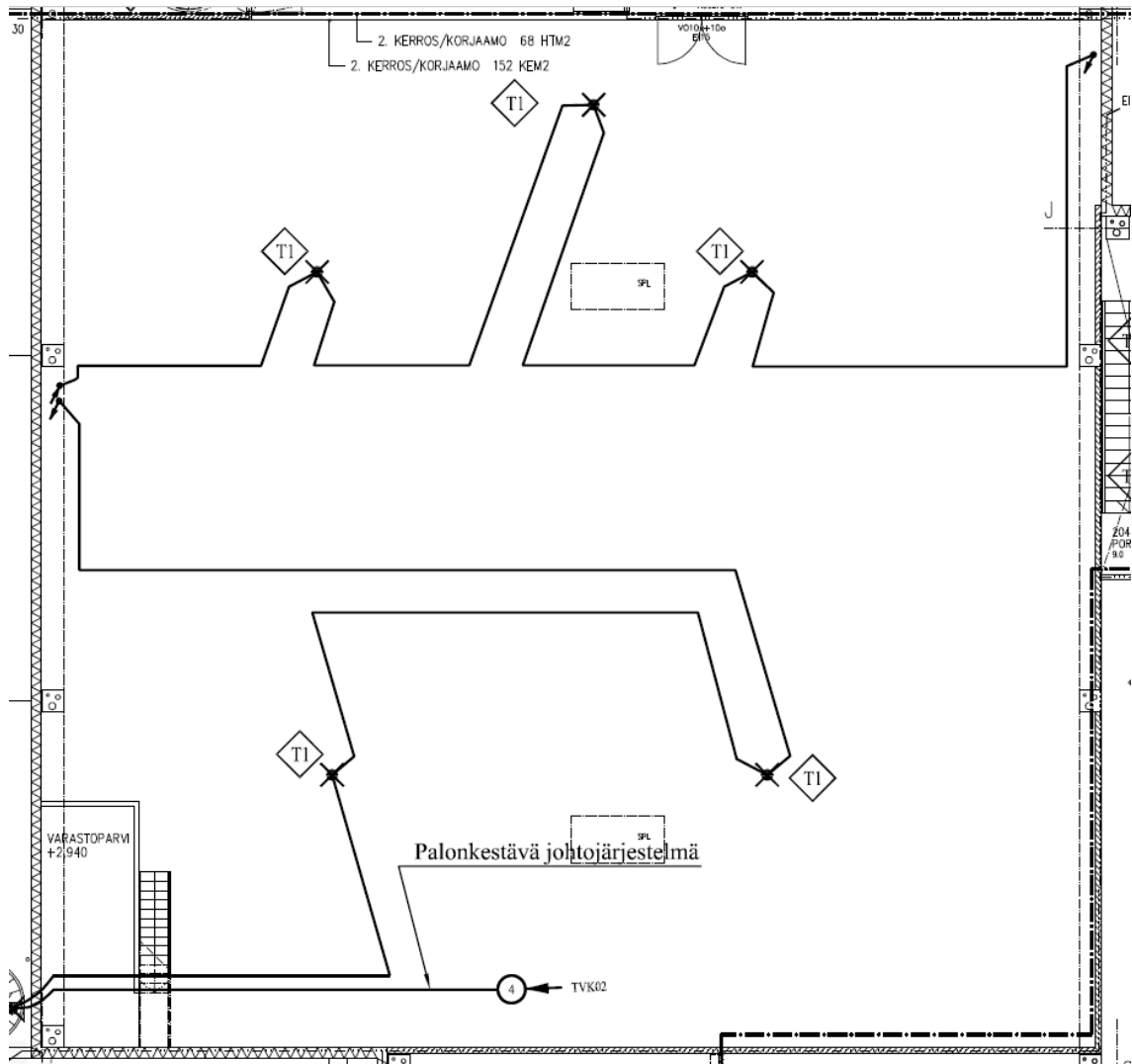
Mittakaava: 1 : 504

Kohtisuora valaistusvoimakkuus (Pinta)

Keskiarvo (todellinen): 3.12 lx, Min.: 0.70 lx, Maks.: 5.84 lx, Min./keskim.: 0.224, Min./ maks.: 0.120,

Kuva 21. Myymälätilan turvavalaistuksen laskentatulokset

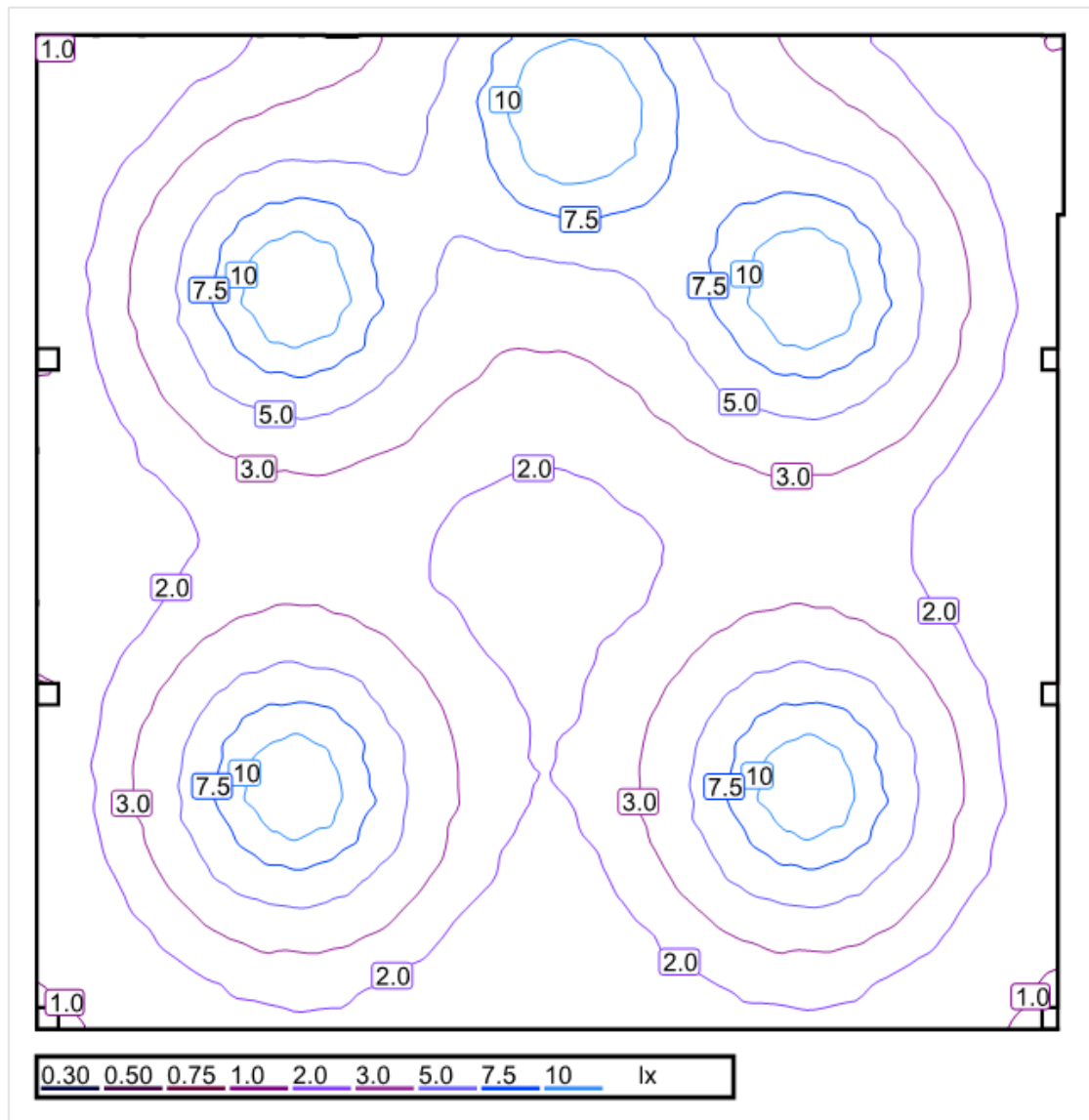
SFS-EN 1838 [12,6] kohdan 4.3.1 mukaisesti avoimen alueen valaistuksen voimakkuus lattialla on oltava vähintään 0,5 luksia eikä suurimman ja pienimmän valaistusvoimakkuuden suhde saa olla suurempi kuin 40:1. Valaistustalokennasta saatujen tulosten perusteella nämä ehdot täyttyvät, kuten kuvasta 21 nähdään.



Kuva 22. Korjaamon turva- ja poistumisvalaisimet ja niiden kaapelointi

Turvavalokeskus, josta lähti syöttö korjaamohalliin, sijaitsi eri paloalueella kuin korjaamo. SFS 6000-5-56 kohdan 560.9.1 mukaan palo-osastojen läpi kulkevaan tehonsyöttöön tulee käyttää palonkestäviä johtojärjestelmiä. Lisäksi palonkestävää johtojärjestelmää käytettäessä ei valaisinryhmiä tarvitse kahdentaa. Näin ol-  
 len korjaamon turva- ja poistumisvalaistus on suunniteltu toteutettavaksi yhdellä ryhmäjohdolla sen ollessa palonkestävää johtojärjestelmää. Kuvassa 23 nähdään korjaamotilojen turvavalauksen valaistuskentätulokset.

## Käyttötaso 9



Mittakaava: 1 : 200

Kohtisuora valaistusvoimakkuus (Pinta)

Keskiarvo (todellinen): 3.86 lx, Min.: 0.27 lx, Maks.: 14 lx, Min./keskim.: 0.070, Min./ maks.: 0.019,

Kuva 23. Korjaamon turvavalaistuksen valaistuskannan tulokset

### 5.3 Turvalokeskusjärjestelmä

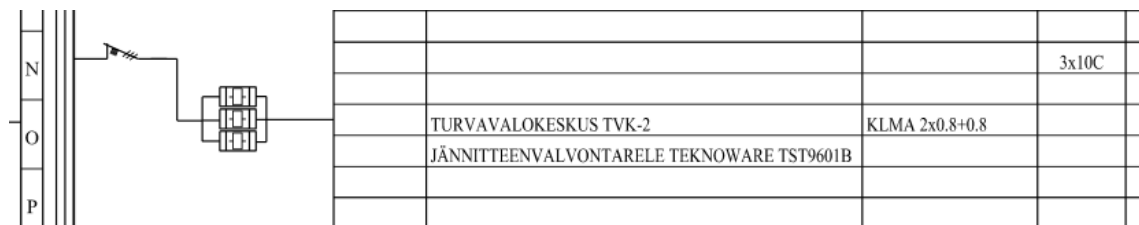
Turvavalaistusjärjestelmäksi tuli keskusjärjestelmä, jossa turvalalaisimet on yhdistetty turvalokeskukseen, jossa sijaitsee ohjaus ja akusto. Toinen vaihtoehto olisi ollut yksikkövalaistusjärjestelmä, jossa jokainen valaisin toimii itsenäisesti ja



niissä on sisäinen akku. Yksikkövalaistusjärjestelmä ei ole hyvä suurella määrällä valaisimia, koska yksikköakkujen huoltokustannukset ovat korkeat.

Turvavalokeskukseksi valittiin Teknoware Oy:n Tapsa Control TK23-sarjan osoitteellinen keskus. Keskusjärjestelmässä käytetään osoitteellisia valaisimia, jolloin jatkuvatoimiset poistumisopasteet ja ajoittain toimivat poistumisvalaisimet voidaan kytkeä samaan ryhmään. Turvavalokeskuksia koko kiinteistöön tuli kolme kappaletta, yksi myymälätilojen valaistuksen ohjaukseen, toinen korjaamotilojen ohjaukseen ja kolmas katsastus- ja kahvilatilojen turvavalaitukseen.

Turvavalaituksen ohjaus on järjestetty niin että valaistavan alueen jakokeskuksella on valvontarele, joka antaa tiedon turvavalokeskukselle, mikäli jakokeskuksen jännite häviää. Turvavalokeskukset toimivat itsenäisesti, ja niillä voidaan hajautetusti varmistaa suuriakin tiloja säästäten kaapeloinnissa.



Kuva 24. Valvontarele jakokeskuksessa

## 6 Pohdinta

Opinnäytetyöni tarkoituksena oli laatia valaistussuunnitelmat Jormakka Oy:lle tehtyyn tilaukseen käyttövalaistuksen sekä turva- ja poistumisvalaistuksen osalta. Valaistuslaskennassa käytin DIALux evo -ohjelmistoa, joka oli melko uusi työkalu minulle. Työssä pääsin perehtymään sähköstandardeihin valaistustekniikan ja turva- sekä poistumisvalaistuksen osalta. Suunnittelutehtävässä oli haasteita, etenkin turva- ja poistumisvalaistussuunnitelman laadinnassa.

Valaistussuunnitelmaa laatiessa pääsin tutustumaan ja käyttämään DIALux evo -valaistuslaskentaohjelmistoa aidossa työympäristössä. DIALuxin 3D-laskentaohjelmisto auttoi hahmottamaan suunniteltavan tilan ja sen valaistustarpeet. Hyödyllistä oli mahdollisuus “vierailla” suunniteltavassa kohteessa ennen kuin sitä on rakennettukaan. Valaisimia pystyi vertailemaan ja kokeilemaan niiden valotehoa kohteessa. Toisaalta DIALux evo on vielä uusi ohjelma ja siinä on puutteita sekä ohjelmointivirheitä. Välillä ohjelma saattoi hävittää jo valmiin valaistussuunnitelman ja tämä lisäsi työaikaa. Ohjelman valikoiden käyttö oli välillä epäloogista ja aikaa kului turhaan oikeaa työkalua etsiessä. 3D-malleista saa halutessaan erittäin tarkkoja ja tarvittaessa malliin saa aseteltua huonekaluja myöten rakennuksen suunnitelmien mukaiseksi. Ohjelmaa käyttäessä kannattaa punnita mallinuksen tarkkuuden ja suunnitteluun kuluvan ajan välillä. Isoa hallia suunnitella saattaa riittää pienempi tarkkuus, kun omakotitalon visualisoinnissa kannattaa käyttää ohjelmasta löytyviä huonekaluobjekteja. DIALux evo on kuitenkin erittäin hyödyllinen työkalu valaistussuunnittelun apuna ja sen käytön oppiminen on varmasti tulevaisuutta ajatellen hyödyllistä.

Haasteet suunnittelutyössä syntyivät mielestäni siitä, etten tutustunut standardeihin ja määräyksiin tarpeeksi ennen suunnittelua. Valaistussuunnitelmat ovat kuitenkin määräysten mukaisia koska sain opastusta asiantuntevilta ja kokeneemmilta sähkösuunnittelijoilta Jormakka Oy:ssä. Opinnäytetyöprosessin aikana opin tästä sen, että suunnitteluprosessissa tulee ensin perehtyä huolellisesti sähköstandardeihin ja määräyksiin ennen varsinaista suunnitelman laadintaa. Mielestäni tämä on tärkeä opetus ammatillisen kehityksen kannalta ja helpottaa tulevaisuudessa missä tahansa suunnittelutehtävässä.

## Lähteet

- [1] Jormakka Oy. Verkkosivusto. [www.jormakka.fi](http://www.jormakka.fi). 6.1.2016.
- [2] Jormakka Oy. Kuva. 2015
- [3] Halonen Liisa & Lehtovaara Jorma. Valaistustekniikka. Otatieto Oy. Helsinki. 1992. 456 s. ISBN 951-672-145-1.
- [4] Proton lighting. Suunnittelu. <http://www.proton.se/fi-fi/lighting/opas/teknisk-info/asennus1/>. 3.1.2016.
- [5] Proton lighting. Kuva. [www.proton.se/ImageVault-Files/id\\_3307/d\\_1/cf\\_1248/Pandora\\_TC-DE.JPG](http://www.proton.se/ImageVault-Files/id_3307/d_1/cf_1248/Pandora_TC-DE.JPG). 3.1.2016.
- [6] Kymdata Oy. Verkkosivusto. [http://www.cads.fi/fi/Tuotteet/Sähkö ja automatio/](http://www.cads.fi/fi/Tuotteet/Sähkö_ja_automatio/). 3.1.2016.
- [7] SFS-EN 12464-1. Valo ja valaistus. Suomen Standardisoimisliitto SFS RY. Helsinki. 2011.
- [8] ST 58.14. Myymälävalaistus. Sähköinfo Oy. Espoo. 2004. Saatavissa: <http://severi.sahkoinfo.fi/tietopalvelu.karelia.fi/item/550?search=58.14>. 3.1.2016.
- [9] Proton lighting. Kuva. [www.proton.se/ImageVault-Files/id\\_3900/d\\_1/cf\\_1248/Zodiac\\_T5.JPG](http://www.proton.se/ImageVault-Files/id_3900/d_1/cf_1248/Zodiac_T5.JPG). 3.1.2016.
- [10] Proton lighting. Kuva. [www.proton.se/ImageVault-Files/id\\_3904/d\\_1/cf\\_1248/Zodiac\\_T5\\_Bred.JPG](http://www.proton.se/ImageVault-Files/id_3904/d_1/cf_1248/Zodiac_T5_Bred.JPG). 3.1.2016.
- [11] SFS-EN 13201-2. Valaistusluokat ja niiden asettamat valotekniset vaatimukset. Suomen Standardisoimisliitto SFS RY. Helsinki. 2015.
- [12] SFS-EN 1838. Valaistussovellukset. Turvavalistus. Suomen Standardisoimisliitto SFS RY. Helsinki. 2009.
- [13] ST-Ohjeisto 8: Poistumisvalaistus ja poistumisreittivalaistus. Sähkötieto Ry. Helsinki. 2006. 32 s. ISBN 952-5600-17-3.
- [14] SFS-EN 50172. Poistumisvalaistusjärjestelmät. Suomen Standardisoimisliitto SFS RY. Helsinki. 2009.
- [15] SFS-EN 6000-5-56. Pienjännitesähköasennukset. Osa 5-56. Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Turvajärjestelmät. Suomen Standardisoimisliitto SFS RY. Helsinki. 2012.
- [16] ST 51.06. Palonkestävä johtojärjestelmä palon aikana toimiviksi tarkoitettuille järjestelmille. Sähkötieto Ry. Espoo. 2014. Saatavissa: <http://severi.sahkoinfo.fi/tietopalvelu.karelia.fi/item/4570?search=51.06#>. 3.1.2016.